



111 年度臺北、苗栗、臺中、嘉義與屏東地區
地層下陷監測及分析

Monitoring and Analysis of Land Subsidence at Taipei,
Miaoli, Taichung, Chiayi, and Pingtung Area in 2022

8 月工作月報
(7 月份監測資料分析成果)



主辦機關：水文技術組三科

執行單位：國立成功大學

計畫主持人：景國恩

中華民國 111 年 08 月 10 日

壹、綜合說明

本計畫以水準測量、GNSS、InSAR及深層水準樁進行臺北、苗栗、台中、嘉義及屏東地區之地層下陷監測；此報告包含水準測量、全臺水利署所屬GNSS連續站、深層水準樁、InSAR截至111年7月之工作辦理情形及初步成果分析。

經水利署所屬GNSS連續站（共8站）之初步分析成果顯示，111年度6月（單月）於嘉義灣內國小及新埤國小有顯著之壓縮趨勢，經查於5月10日當天分別有13.6及11.0公分之顯著永久性沉陷，導致灣內國小及新埤國小出現8公分以上的壓縮量。本計畫進一步清查資料，發現此結果是因這兩個站的儀器序號在5月9-10日因不明原因發生互換，本計畫在修正此錯誤的錯移量後，發現除新埤國小呈現些微壓縮，其它點位皆為回脹；屏東則皆為壓縮趨勢。深層水準樁（共1站）至7月之初步分析成果顯示嘉義縣六腳鄉灣內國小於100公尺深度範圍內地層呈微幅壓縮趨勢。

各地區單月與累積下陷量值請參考表1、表2，詳細分析結果請參考第貳節說明。

表1、嘉、南、屏地區各項監測設施單月變化量分析表

監測項目	地區	期距	單月變化量 大於1公分站數	單月變化量 (mm)		頁碼
				最大下陷量	位置	
GNSS	嘉義	111/06	0	-5.8 (壓縮)	六腳鄉新埤國小	P.3
	臺南	111/06	0	9.2 (回脹)	北門區錦湖國小	P.3
	屏東	111/06	0	-3.2 (壓縮)	佳冬鄉頂寮安檢所	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/07	0	-0.7 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	P.8

- 註：1. 表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。
2. GNSS 為水利署所屬 GNSS 連續站監測成果。

表 2、嘉、南、屏地區各項監測設施累積變化量分析表

監測項目	地區	期距	累積變化量 (mm)		沉陷趨勢 (與 110 年同期相比)	頁碼
			最大累積下陷量	位置		
GNSS	嘉義	110/06~111/06	-2.0 (壓縮)*	六腳鄉灣內國小	減緩	P.3
	屏東	110/08~111/06	-45.0 (壓縮)	佳冬鄉頂寮安檢所	增加	P.3
深層 水準樁	嘉義	111/05~111/07	-2.7 (壓縮)	六腳鄉灣內國小	增加	P.8

- 註：1. 表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。
 2. GNSS 為水利署所屬 GNSS 連續站監測成果。
 3. * 灣內國小修正錯位後之變化量。

貳、工作辦理情形

一、地層下陷區之水準網檢測及分析

- (一) 根據臺北、苗栗、臺中、嘉義及屏東地區水準規劃量測時程(圖 1)。
 (二) 苗栗地區水準測量外業工作於 6 月 6 日至 6 月 23 日完成作業。
 (三) 臺中地區水準測量外業工作於 6 月 20 日至 7 月 8 日完成作業。
 (四) 嘉義地區水準測量外業工作於 7 月 4 日至 7 月 21 日完成作業。

工作項目		月份									
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
精密水準測量工作	臺北地區 (120公里)										
	苗栗地區 (185公里)										
	臺中地區 (160公里)										
	嘉義地區 (400公里)										
	屏東地區 (185公里)										
當月應完成公里數				420	390	160	80				
規劃進場組數				4	4	2	2				
當月團隊量能 (公里)				480	480	240	120				
團隊在線備源量能 (公里)				240	240	480	600				

圖 1、水準測量時程表

二、GNSS連續站與深層自動化觀測水準樁之維護與資料分析

(一) 完成全台水利署所屬 111 年 6 月 GNSS 資料處理及分析工作

1. 截至 111 年 6 月底止，嘉義、臺南與屏東地區持續監測之水利署 GNSS 固定站共計 8 站。依據 IGS 訊號品質標準（每日接收數大於 20000、週波脫落數乘於 1000 後與每日接收數之比值小於 10、MP1 小於 0.50 公尺及 MP2 小於 0.75 公尺等 4 項數值為指標）針對這些固定站訊號進行分析，結果顯示這些測站的訊號品質均符合 IGS 標準（統計數字列於表 3，詳細訊號品質之時間序列圖請參考附件一）。
2. 至 111 年 6 月底止，上述 8 個 GNSS 站之垂直位移量測成果顯示於表 4。在月變化量上（111 年 5 月-111 年 6 月），嘉義臺南地區較去年同期（110 年 5 月-110 年 6 月）多呈現回脹之趨勢。需注意的是，嘉義灣內國小（WNES）與新埤國小（XPES）兩站的時間序列均顯示於 111 年 5 月 10 日發生原因不明之錯移事件，且此事件後兩站的每日坐標解均呈現較大的離散現象（圖 3），因此它們的變化量估算會有較大的誤差。此外，屏東頂寮安檢站所站呈輕微下陷（約 3 mm），幅度與去年同期近似。
3. 在年變化量上（110 年 6 月-111 年 6 月），屏東地區兩站的下陷程度與前一期（109 年 6 月-110 年 6 月）近似，均在 4~5 cm 間。嘉南地區大多測站顯示 1.6~1.9 cm 的抬升，較前一期呈現明顯之回脹趨勢。而嘉義灣內國小與新埤國小兩站經 111 年 5 月 10 日的錯移量修正後，雖然本期未有顯著的下沉或抬升，但較前一期仍呈現明顯回脹（表 4）。

表 3、111 年 06 月水利署嘉義、臺南及屏東地區所屬 GNSS 固定站訊號品質分析表

位置	站名	代碼	設站時間 (民國年)	IGS 訊號品質標準				IGS 訊號品質標準				訊號品質合格	備註
				接收數 >20,000	週波脫落 數 <10	多路徑效 應 (MP1) <0.5	多路徑效 應 (MP2) <0.75	接收數 >20,000	週波脫落 數 <10	多路徑效 應 (MP1) <0.5	多路徑效 應 (MP2) <0.75		
				110 年 06 月至 111 年 05 月平均				111 年 06 月平均					
嘉義布袋	布袋國小	BDES	96	24578.4	2.8	0.36	0.39	25614.2	2.8	0.36	0.38	✓	10 年以上
嘉義義竹	過路國小	CYGL	109	24291.8	3.5	0.42	0.44	25254.0	3.4	0.44	0.46	✓	
嘉義六腳	蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	107	22545.1	9.0	0.59	0.56	24733.5	4.0	0.42	0.42	✓	
嘉義六腳	灣內國小	WNES	106	24471.8	3.6	0.40	0.41	25140.3	5.4	0.46	0.47	✓	
嘉義太保	新埤國小	XPES	107	23453.4	5.1	0.42	0.43	25508.7	3.5	0.41	0.41	✓	
臺南北門	錦湖國小	JHES	108	24401.3	4.0	0.44	0.46	25184.4	3.9	0.44	0.43	✓	
屏東佳冬	頂寮安檢所	DLIO	105	23443.6	0.9	0.14	0.15	25589.7	0.5	0.12	0.13	✓	
屏東林邊	林邊國中	LBJS	105	24462.5	1.5	0.16	0.18	25649.7	1.5	0.15	0.18	✓	

註：1.固定站訊號數值大於 IGS 標準者數字以藍色及紅色標示。

2.資料統計期距為 110 年 06 月~111 年 05 月。

表 4、111 年 6 月全臺水利署所屬 GNSS 連續站垂直位移觀測成果

編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/05 - 110/06	111/05 - 111/06	109/06 - 110/06	110/06 - 111/06
1	嘉義縣	布袋國小	BDES	-0.0	9.5	-30.0	19.4
2		灣內國小	WNES	5.1	-55.3 (-2.4)	-44.6	-157.6 (-2.0)
3		新埤國小	XPES	1.4	-52.1 (-5.8)	-24.7	-136.9 (1.2)
4		蒜頭國小 潭墘分校	TCBS	-2.2	6.0	-41.7	16.1
5		過路國小	CYGL	0.1	8.1	-57.8	17.4
6	臺南市	錦湖國小	JHES	0.8	9.2	-47.6	19.3
編號	縣市	站名	測站代碼	單月變化量 (mm)		累積變化量 (mm)	
				110/05 - 110/06	110/05 - 110/06	109/08 - 110/06	110/08 - 111/06
7	屏東縣	林邊國中	LBJS	-3.7	0.1	-53.2	-44.6
8		頂寮安檢所	DLIO	-3.5	-3.2	-41.4	-45.0

註：1.表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。

2.單月下陷量數值大於 10 公釐以紅字標示。

3.灣內國小及新埤國小修正錯移後之變化量以紅色表示。

Vertical Displacement (2022 June)

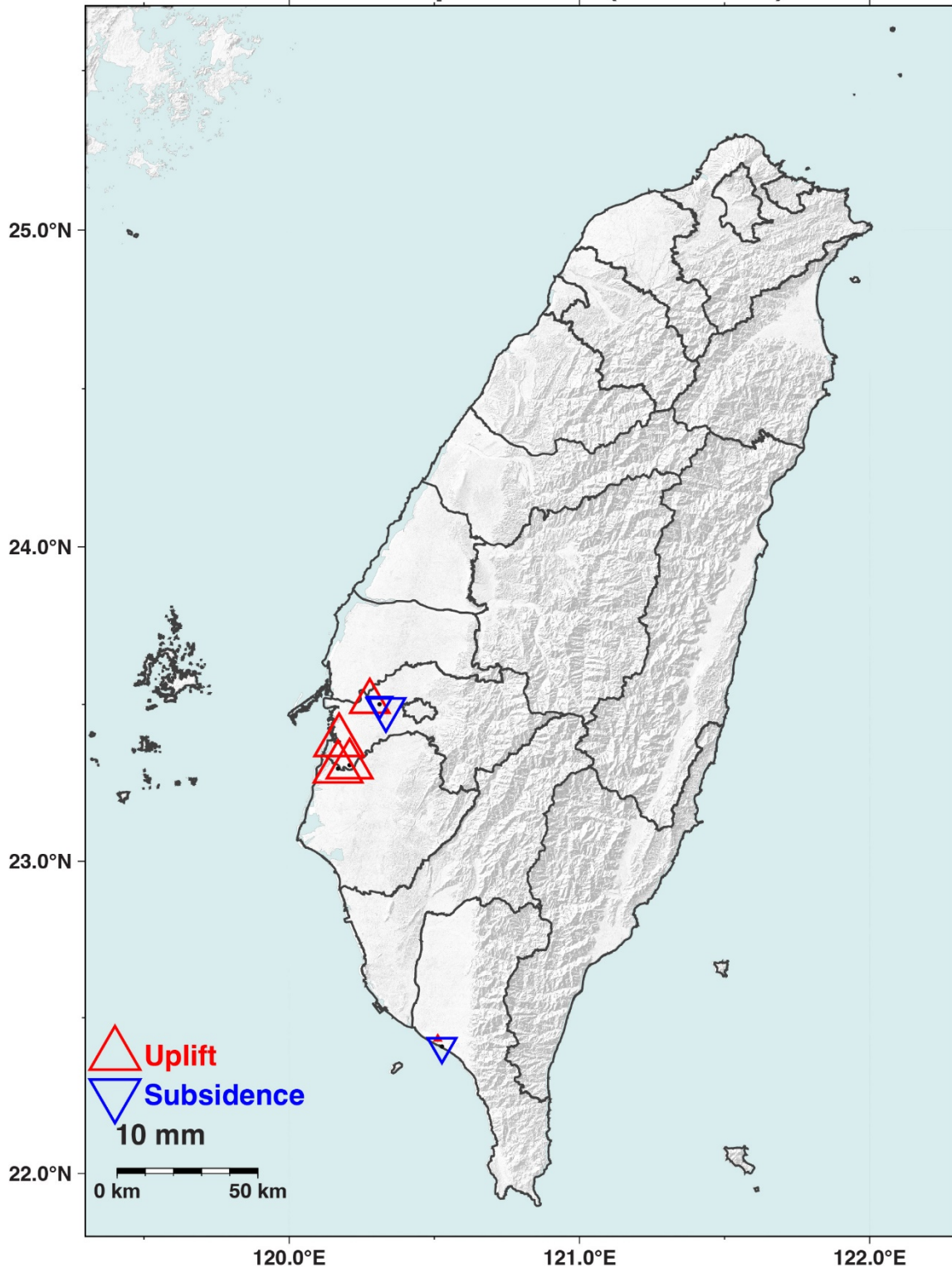


圖 2、111 年 06 月嘉義、臺南及屏東地區水利署所屬 GNSS 連續站量測成果分析圖

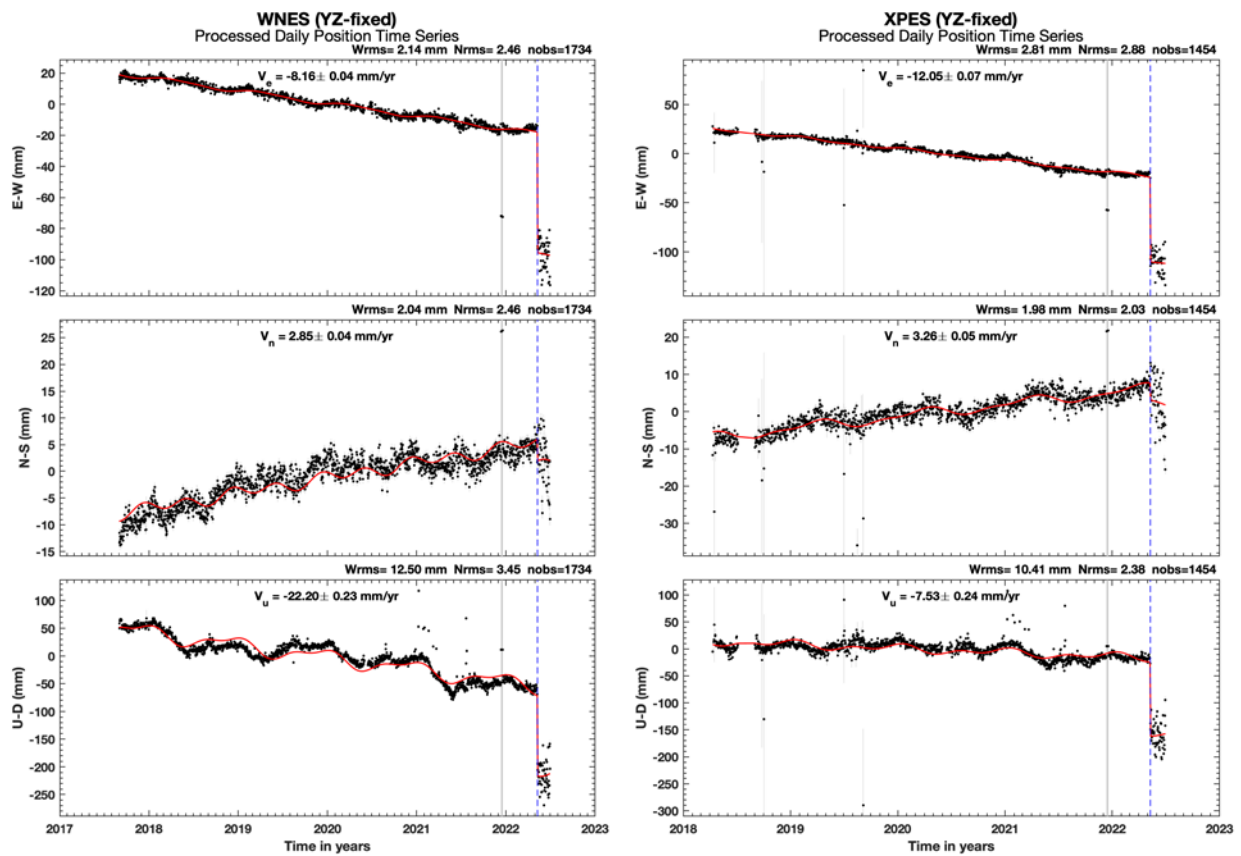


圖 3、嘉義灣內國小站 (WNES) 與新埤國小站 (XPES) 的時間序列。

註：兩者均顯示於 111 年 5 月 10 日發生顯著錯移事件，且之後的每日坐標解呈現較大的離散現象。

(二) 完成嘉義地區 07 月份深層水準樁資料處理及分析工作。

1. 截至 111 年 7 月底止，嘉義地區持續監測之深層水準樁共計 1 口；由 111 年 5 月 31 日-111 年 7 月 31 日止之深層水準樁檢測成果顯示（表 5），目前灣內國小深層水準樁的地層壓縮量相較去年同期之變化量而言，整體壓縮趨勢增加（由回脹 14.4 mm 至壓縮 2.7 mm）；今年 7 月份(111 年 6 月 30 日-111 年 7 月 31 日)單月壓縮量未超過 1 cm（壓縮 0.7 mm）。
2. 111 年 7 月嘉義地區之深層水準樁無資料缺失，監測儀器（變位計、記錄器、電源系統）與傳輸系統均正常運作，樁位保護台、儀器箱亦完好無損。

表 5、嘉義地區深層水準樁 111 年 7 月觀測成果

編號	縣市	站名	設置深度 (公尺)	單月變化量(mm)		累積變化量(mm)	
				110/7	111/7	110/5~110/7	111/5~111/7
1	嘉義	灣內國小	100	-0.4	-0.7 ↑	14.4	-2.7 ↑

註：1.表中數值以正值代表回脹，負值代表壓縮。

2.箭頭表示與前一年度同期相比之下陷趨勢；「↑」表增加，「↓」表降低。

三、雷達干涉資料處理與分析

- (一) 持續進行 Sentinel-1 衛星影像與軌道資料蒐集。配合水利署水準測量期程，臺北地區以 110 年 9 月為起始時間，苗栗、臺中地區以 110 年 6 月為起始時間。
- (二) 進行臺北地區 110 年 9 月 3 日-111 年 6 月 30 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 22 張影像，時空基線圖如圖 4，採用短基線子集差分干涉法 (Small Baseline subset, SBAS)，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 78 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 (圖 5)。
- (三) 進行苗栗地區 110 年 6 月 11 日-111 年 6 月 30 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 29 張影像，時空基線圖如圖 6，採用短基線子集差分干涉法，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 106 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 (圖 7)。
- (四) 進行臺中地區 110 年 6 月 11 日-111 年 6 月 30 日之 Sentinel-1 衛星影像資料處理與時序分析，其中包含 29 張影像，時空基線圖如圖 8，採用短基線子集差分干涉法，在時間序列上，與後面 4 幅影像進行配對，總計 106 幅干涉對，所計算出的視衛星方向之年速度場 (圖 9)。

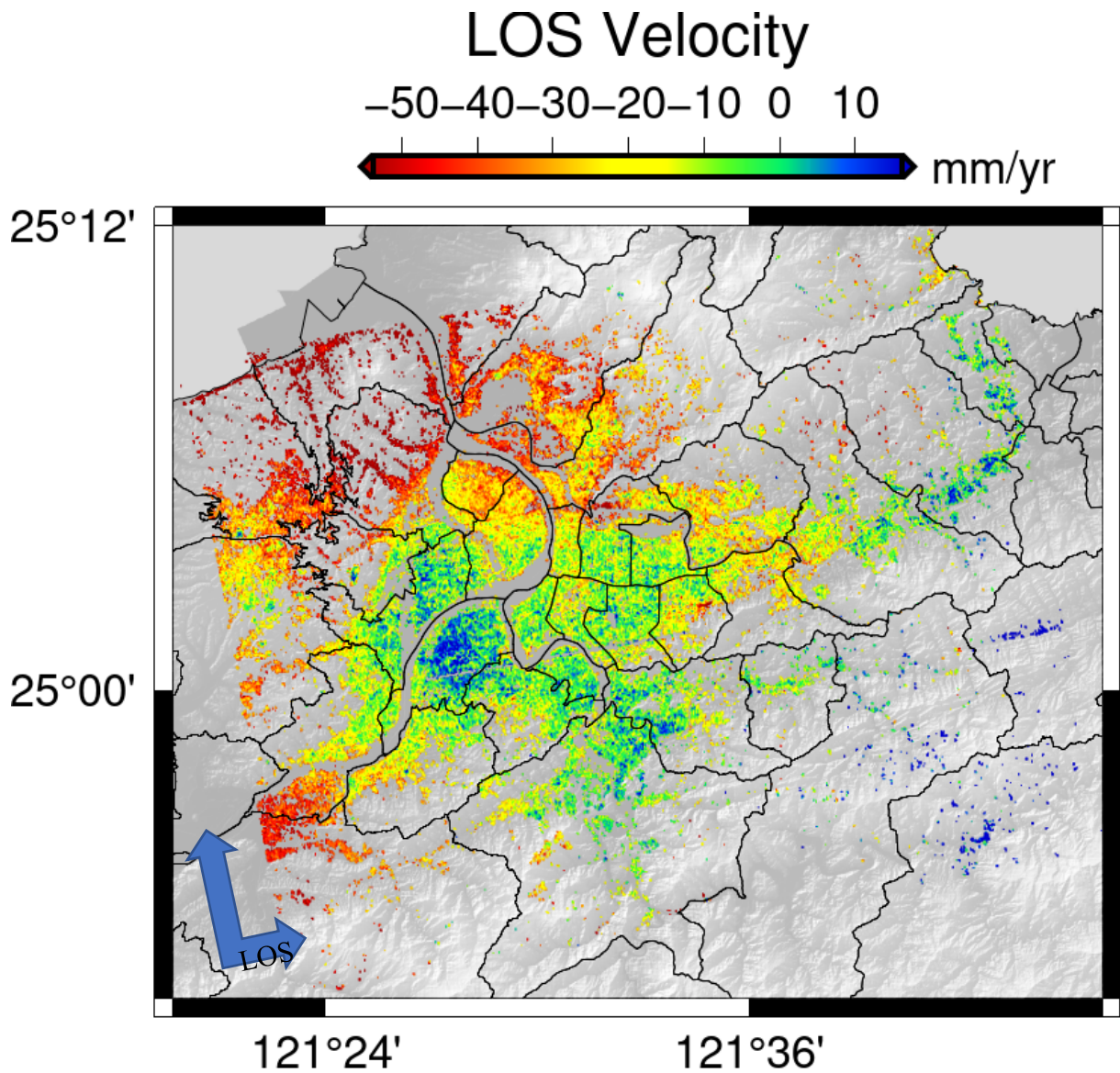


圖 5、110 年 9 月 3 日至 111 年 6 月 30 日臺北區域視衛星方向年速度場

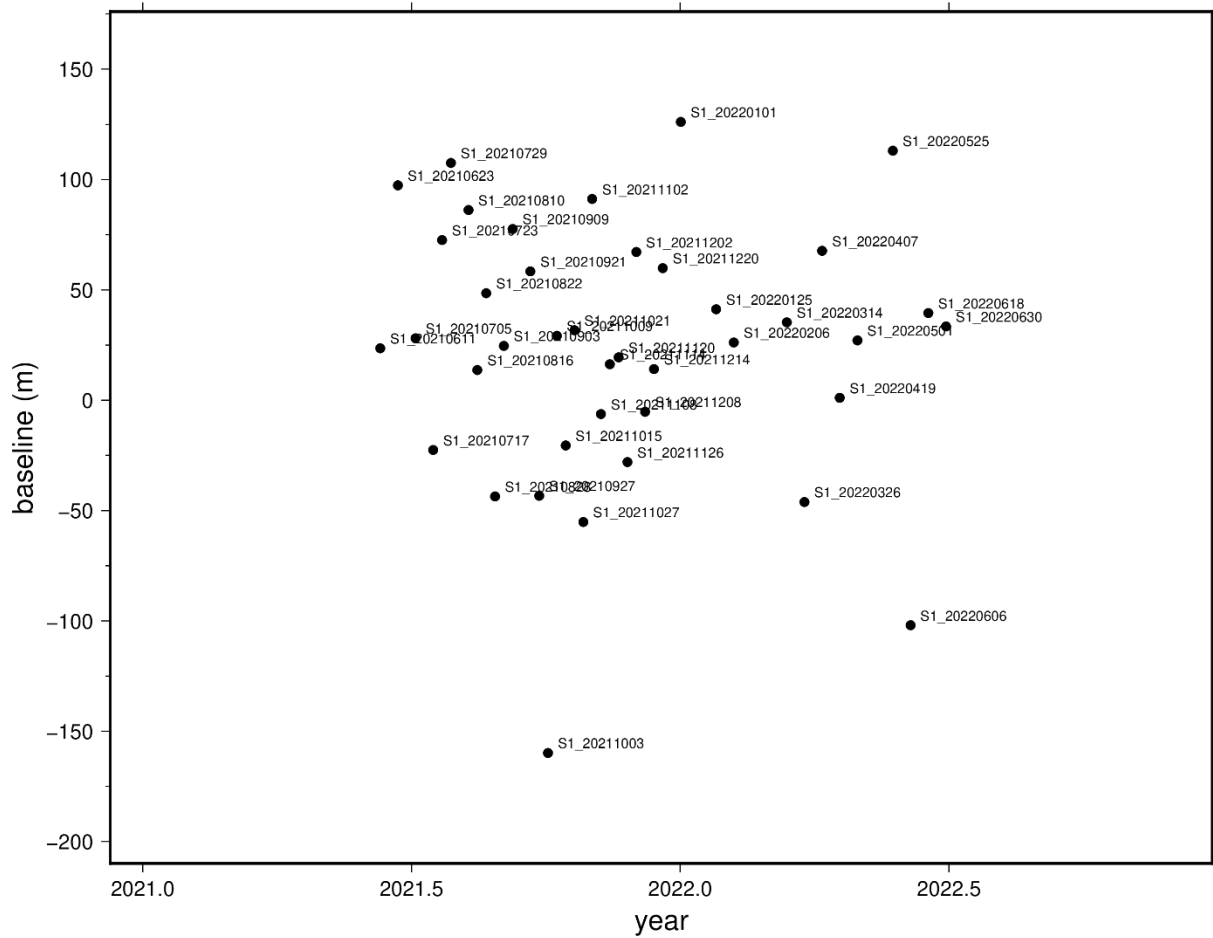


圖 6、110 年 6 月 11 日至 111 年 6 月 30 日苗栗地區時間與空間基線分布圖

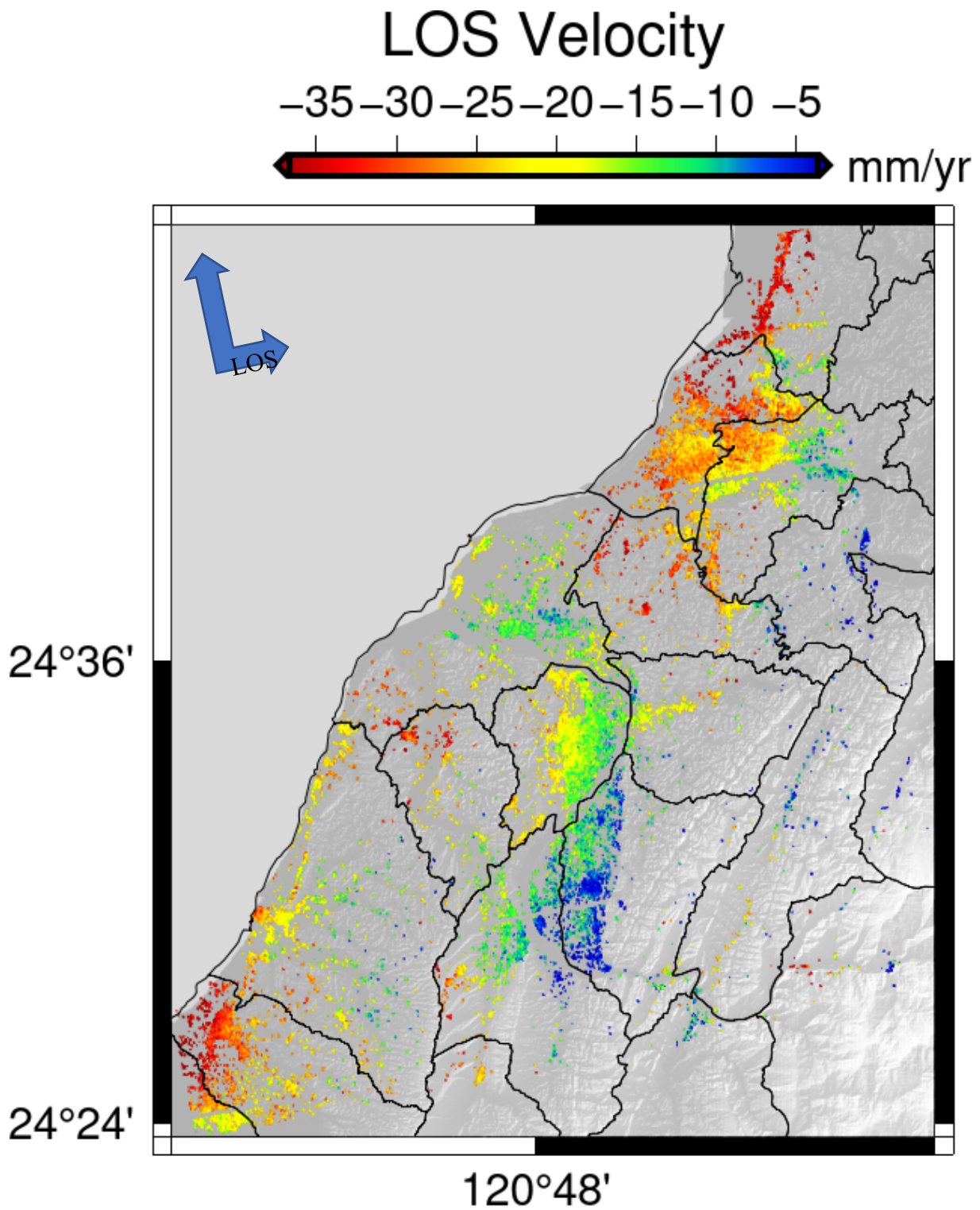


圖 7、110 年 6 月 11 日至 111 年 6 月 30 日苗栗區域視衛星方向年速度場

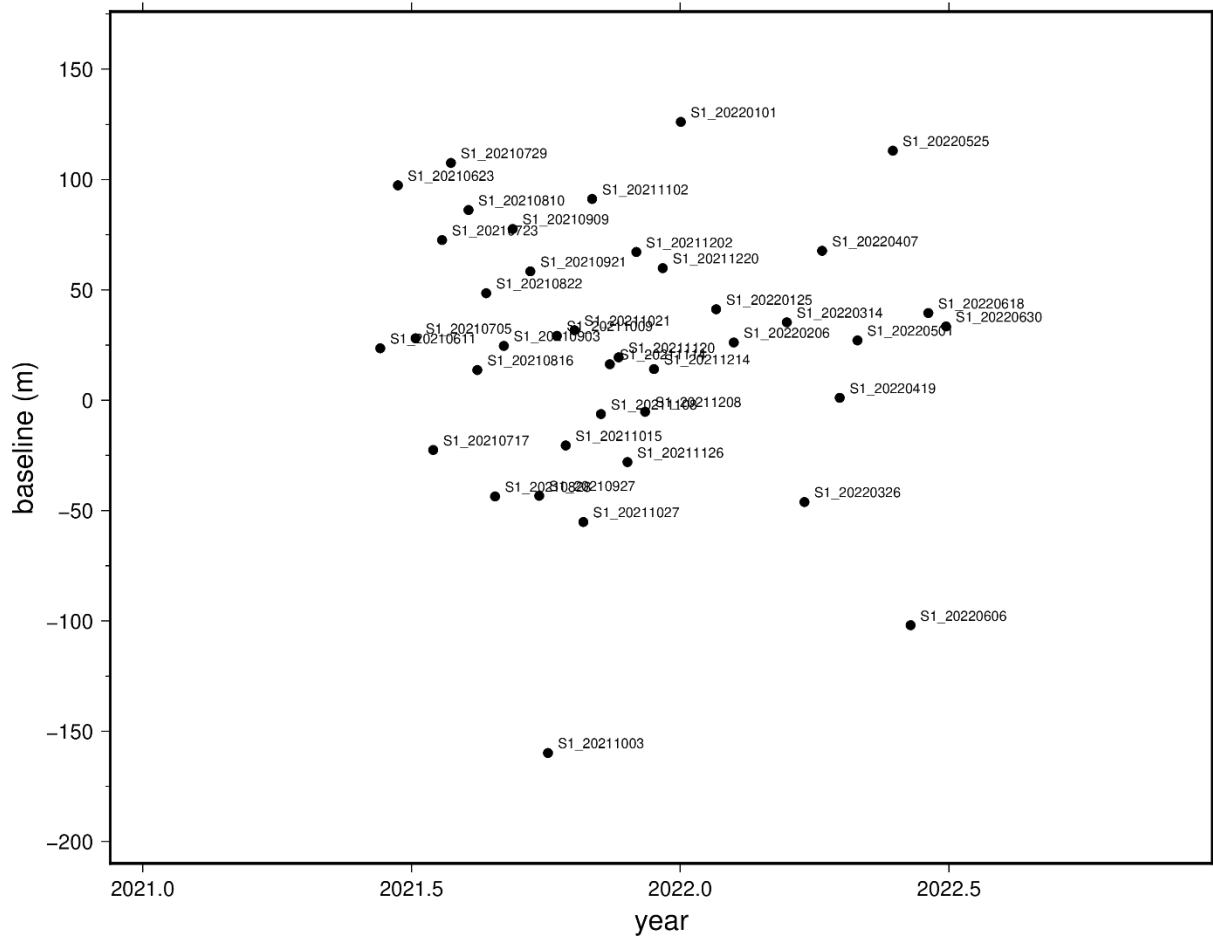


圖 8、110 年 6 月 11 日至 111 年 6 月 30 日臺中地區時間與空間基線分布圖

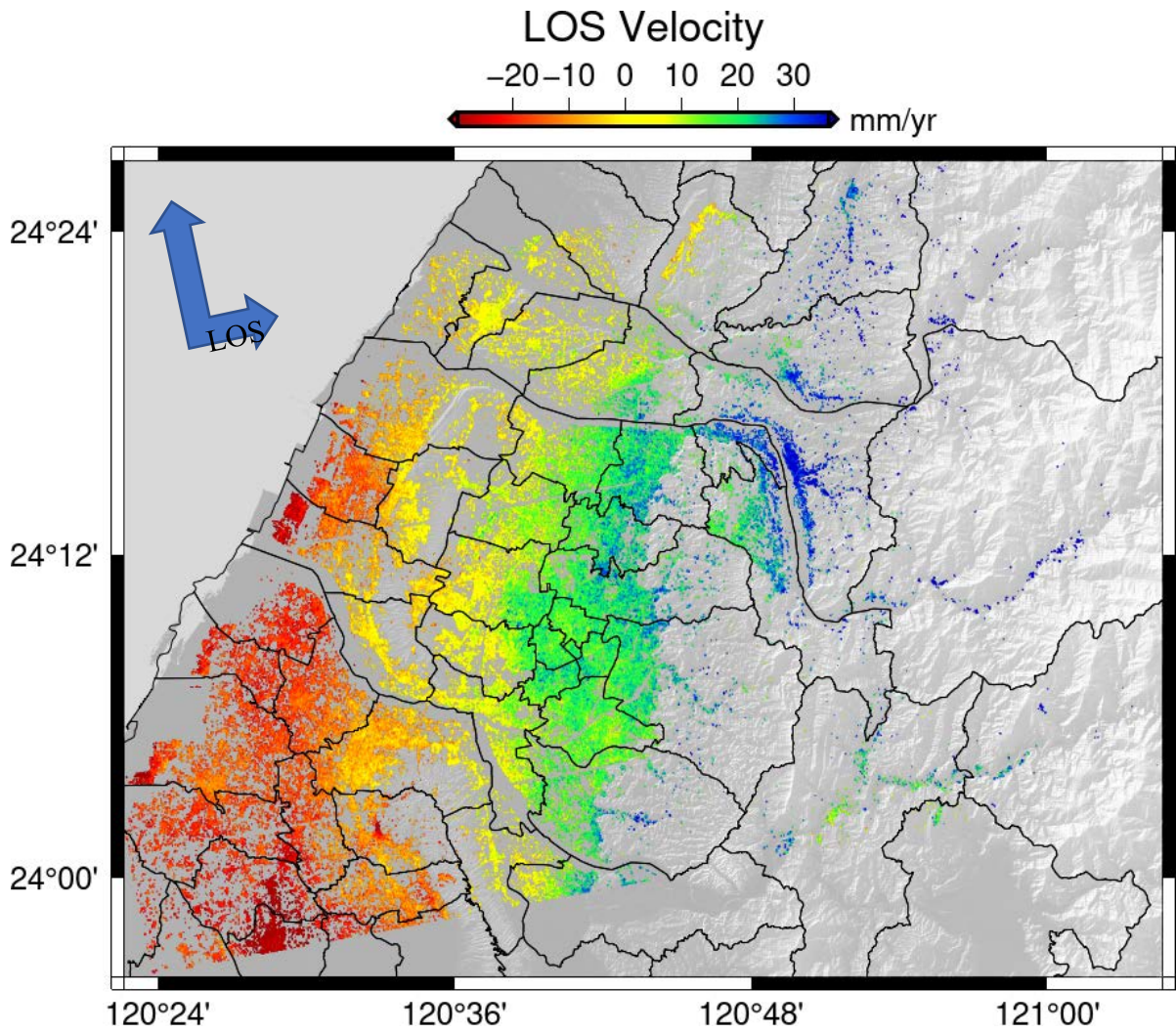
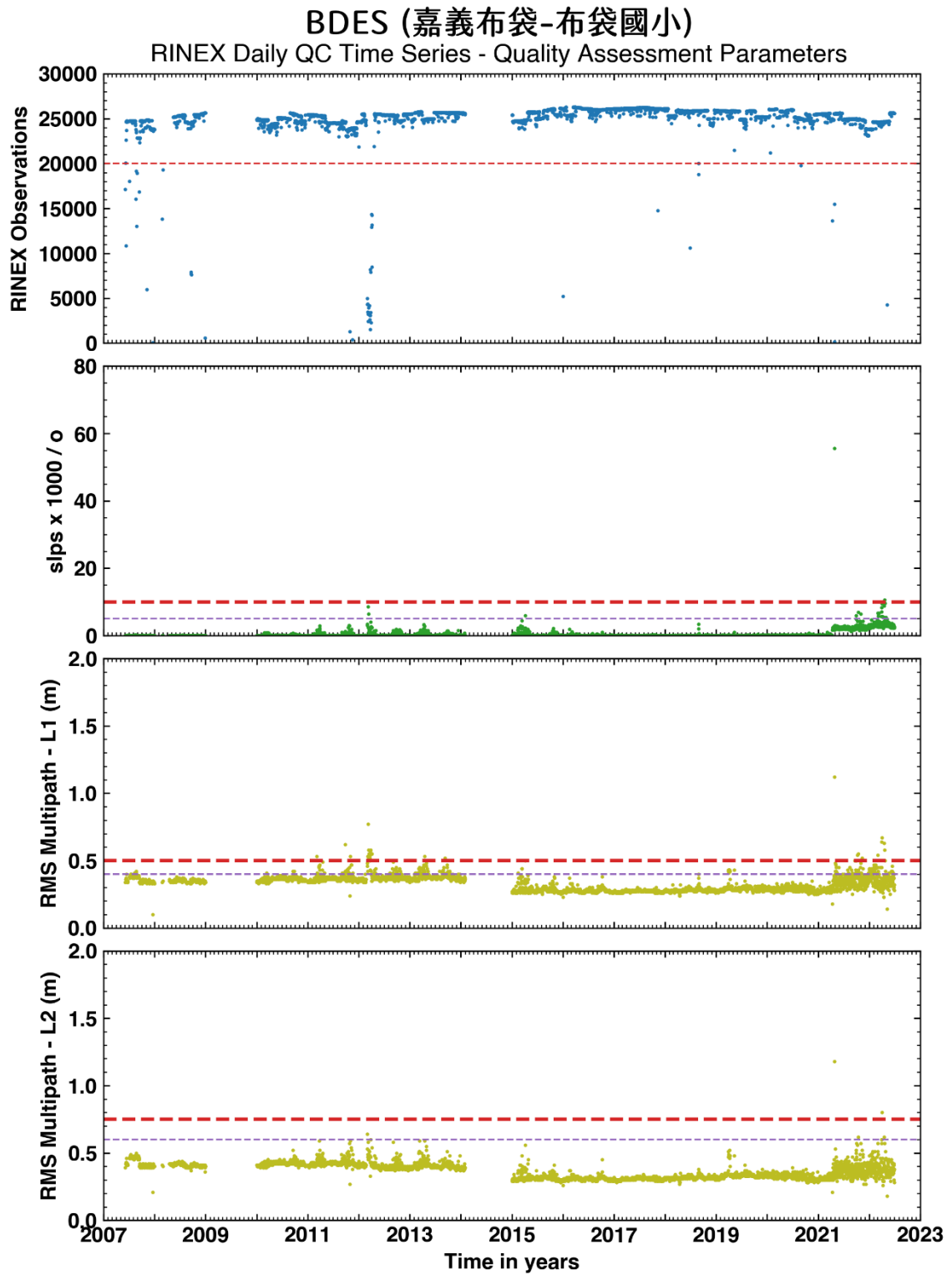


圖 9、110 年 6 月 11 日至 111 年 6 月 30 日臺中區域視衛星方向年速度場

附件一、111年6月GNSS固定站訊號品質指標

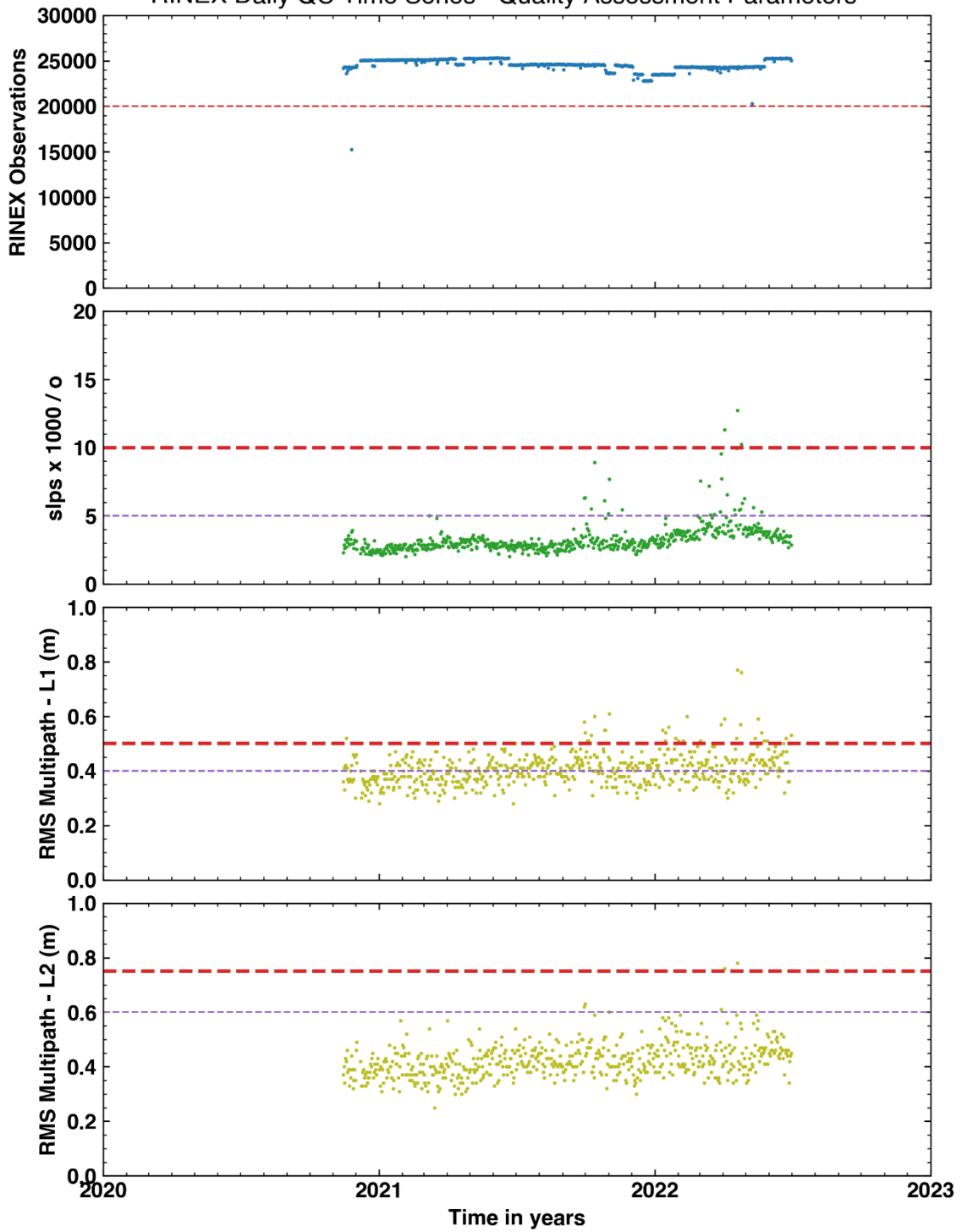


布袋國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

CYGL (嘉義義竹-過路國小)

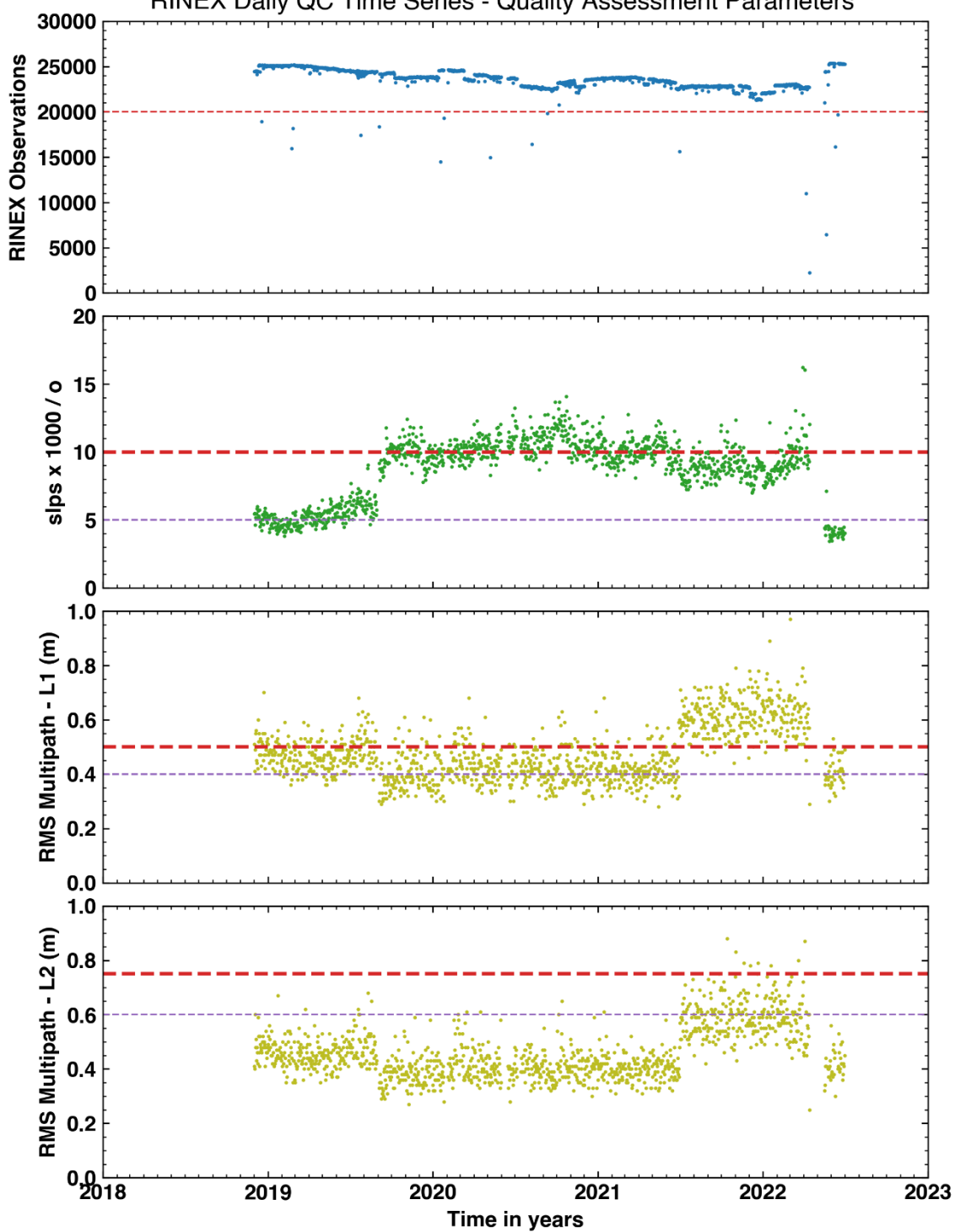
RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters



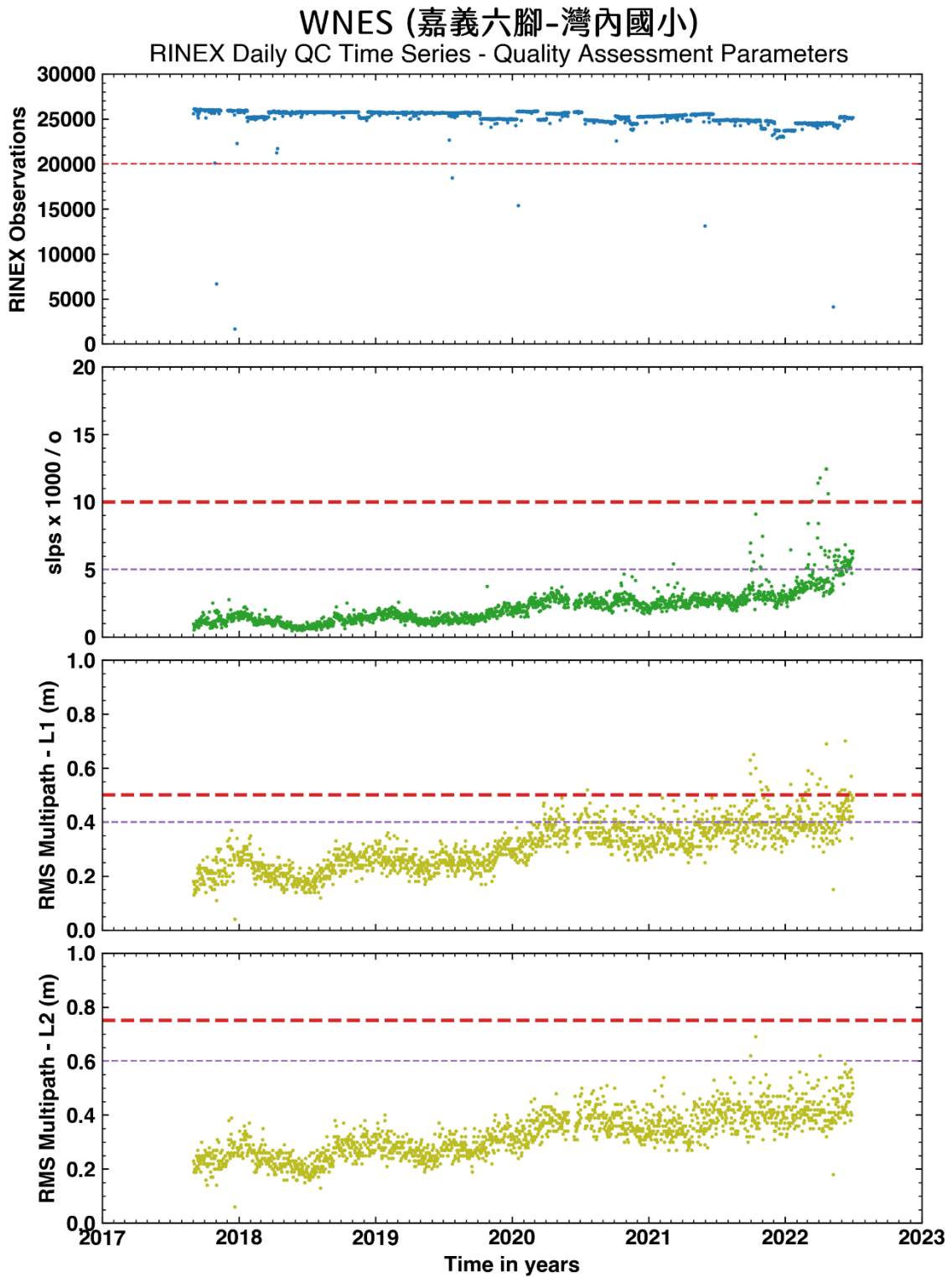
過路國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

TCBS (嘉義六腳-蒜頭國小潭墘分校)
 RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters



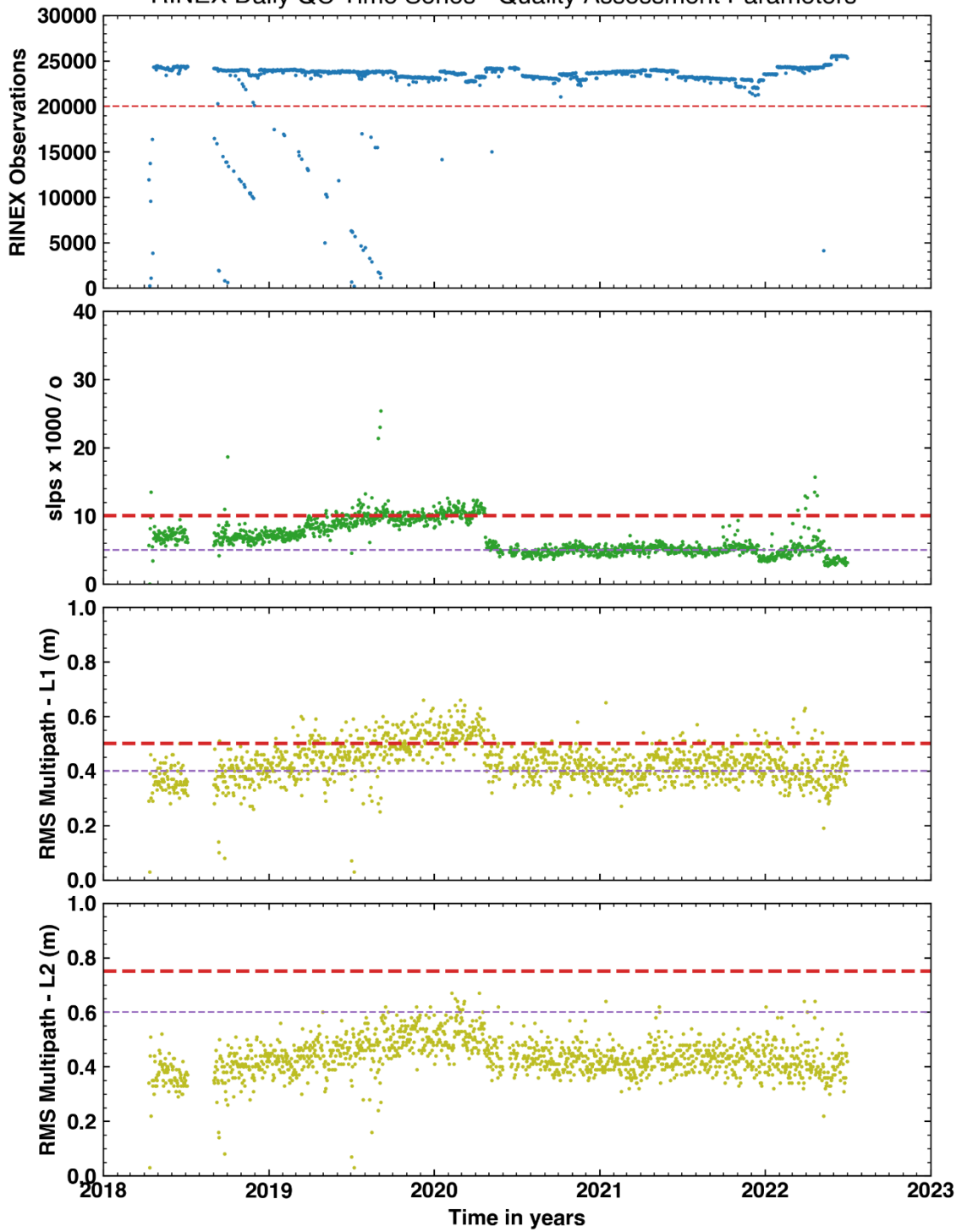
蒜頭國小潭墘分校 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



灣內國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

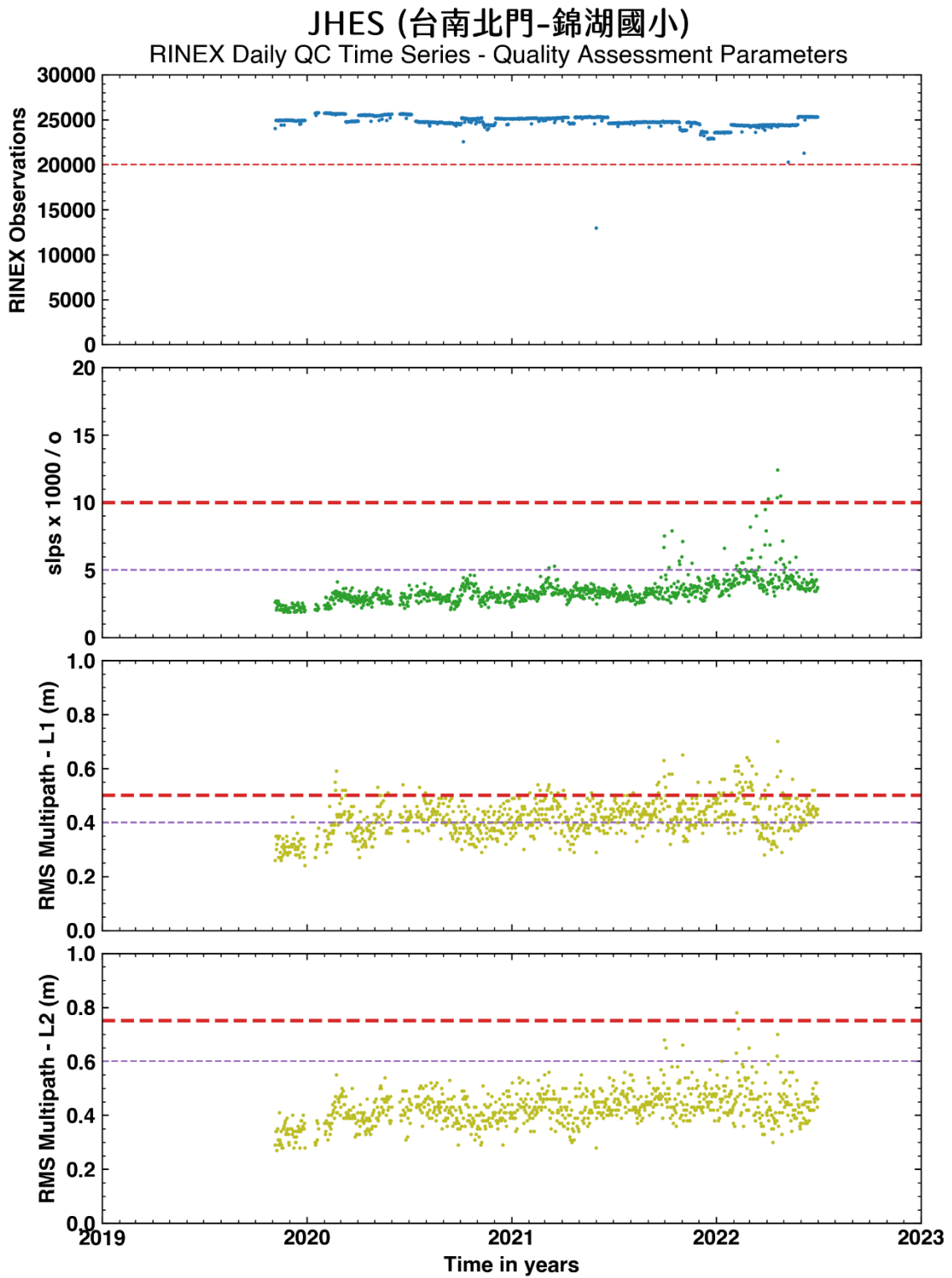
XPES (嘉義太保-新埤國小)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters

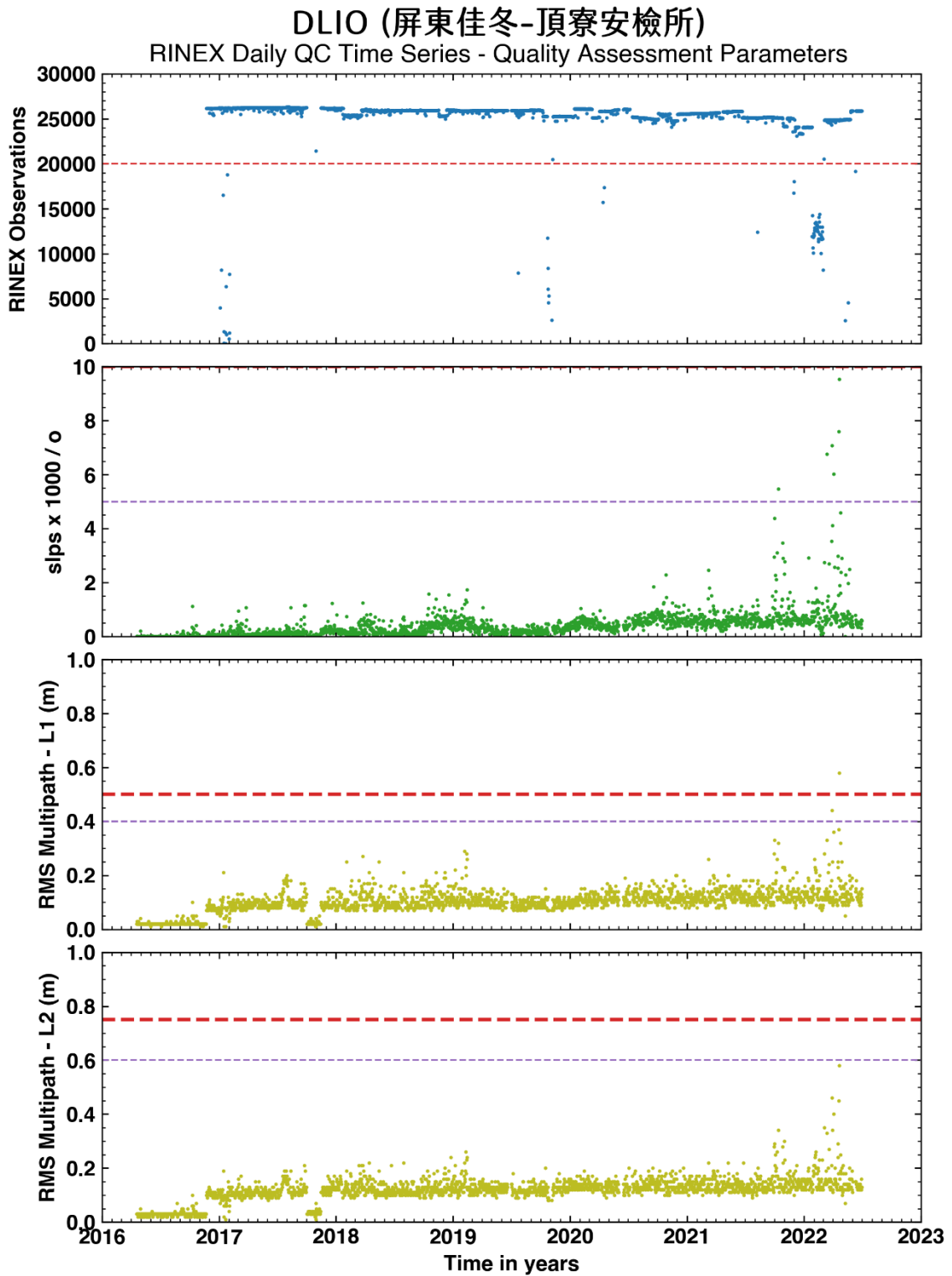


新埤國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



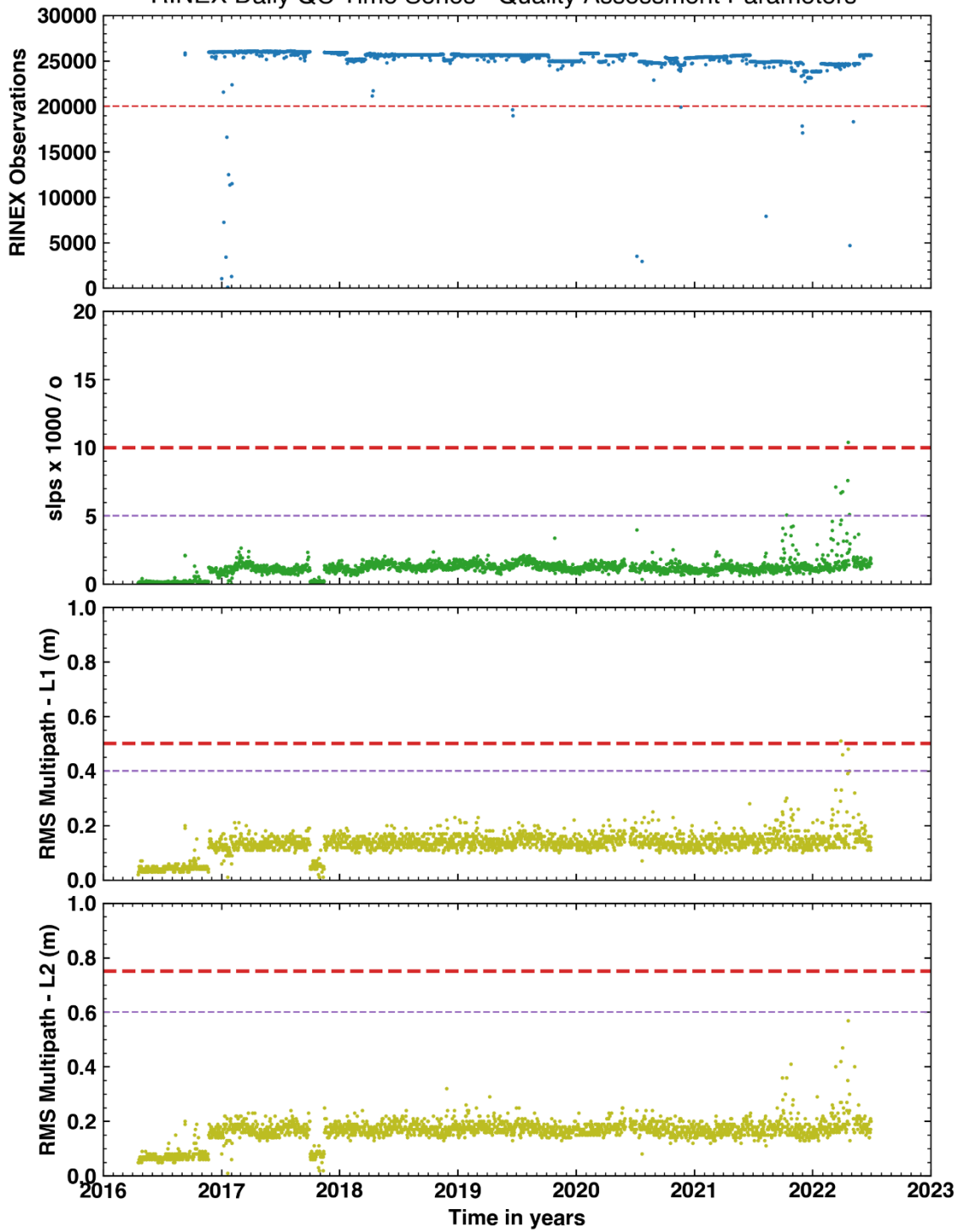
錦湖國小 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)



頂寮安檢所 GNSS 固定站訊號品質分析圖。
 (粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)

LBJS (屏東林邊-林邊國中)

RINEX Daily QC Time Series - Quality Assessment Parameters



林邊國中 GNSS 固定站訊號品質分析圖。

(粉色線為半數 IGS 測站之 QC 標準值，紅色線為 2/3 的 IGS 測站之之 QC 標準值)